囟土白蚁蚁后体形与巢内群体发育及数量的关系*

陈镈尧　　张之华　　陈　政
（安徽农学院）　（繁昌县林业局）　（黄山市林业局）

摘要　本文报道研究林地囟土白蚁 *Odontotermes fontanellus* Kemner 蚁后体形与巢内群体发育和数量关系的结果。幼年蚁群与成熟蚁群蚁后体长（X）与蚁后体积（Y_v）之间成幂函数关系：$Y_v = 3.5250 \times 10^{-4}$. 蚁后体长与兵蚁、工蚁、幼蚁和整巢蚁群总数之间也成幂函数关系。蚁后体长（X）与蚁群总数的关系是：$Y_t = 0.02491X^{4.2628}$. 蚁后体长（X）与蚁巢深度（Y_d）之间的关系是：$Y_d = 0.50009X^{1.325}$. 蚁后体长（X）与蚁巢体积（Y_n）的关系是：$Y_n = 0.00098X^{4.5611}$. 在一般情况下，根据蚁后体长大小就可预测蚁群量的多少及蚁巢深浅、巢积大小以及蚁路远近，可给治理林地及水库堤坝白蚁的危害提供有用的数据。

关键词　囟土白蚁　群体发育

囟土白蚁 *Odontotermes fontanellus* Kemner 是在土壤中营巢的土栖白蚁，主要危害杉木、檫树、刺槐、水杉、油桐、泡桐等几十种林木。囟土白蚁在水库堤坝上筑巢，蚁路纵横交叉，易造成漏水、滑坡和决堤，严重地威胁着农业生产和人民财产的安全。为了掌握其生物学特性，找出在生命活动中的薄弱环节，给防治工作，特别是水库堤坝白蚁的防治提供可靠的依据，我们从解剖囟土白蚁蚁巢入手清点各品级（包括幼蚁）的蚁数，并调查蚁群、蚁巢的有关数据，运用数理统计的方法，抓住蚁后体长的关键因子，分析群体数量、蚁巢大小、深浅之间的相互关系，几年来共获得完整的30巢资料，现整理报告如下：

材料与方法

调查时间　1977年12月及1978年元月解剖调查4巢，1984年3—5月解剖调查26巢，共计30巢囟土白蚁。

试验材料　从繁昌县城郊阳冲林场的杉、檫林地内及附近农民家前屋后的山坡挖取的囟土白蚁蚁巢。

试验方法　在有标记的原鸡拟菌、分群孔蚁巢的下方30—100厘米处，以及被害林木较集中处结合地形，在坡下挖长、宽、深2.0 × 0.5 × 0.8—1.0米的探测沟，找出蚁路，然后追挖主路，从大批兵蚁的来向，判断主巢的大体位置。蚁路上和菌圃腔中发现的工、兵蚁用计数器分别计数，急速追挖蚁巢，接近主巢时，用敌敌畏快速烟剂熏杀（在点燃烟剂前每筒烟剂中临时加入以塑料袋盛装的20毫升80%敌敌畏乳油），每巢1—2筒烟剂（每筒

本文于1985年8月收到。
* 本文承上海昆虫所夏凯龄老师审阅，并鉴定囟土白蚁种名，特此致谢。参加本试验研究的还有程颖、方银龙、张院生同志。

0.75 公斤），密封熏烟蚁道口一段时间后，迅速剖巢，取出巢体（包括蚁巢中的菌圃、白蚁、王室，并取尽或计数巢体四周蚁路中的白蚁）装入布袋中，同时测量巢深、巢积，用量器测出蚁后体长、体积，然后清除蚁巢中的杂物（土块，菌圃），称出整巢白蚁的重量，以系统取样法取样，并按幼蚁、工蚁、兵蚁、翅芽若蚁、蚁王、蚁后等分开清点，将数据按数理统计方法整理。

结 果 与 分 析

一、蚁后体长与体积之间的关系：

根据整理数据的蚁后体长、体积与群体内各类白蚁数量和巢深、巢积关系的记录做散点图（见图 1），蚁后体长与蚁后体积之间是幂函数曲线。得以下方程：

$$Y_v = 3.5250 \times 10^{-4}X^{2.2450}$$

拟合率检验，最大离差为 1.82，最小离差为 0，平均 0.41，以 95% 可靠性检验，标准误 1.36，除极个别外，都在允许误差范围内。

幼年和成年的囟土白蚁群体数量的发展受到蚁后的年龄、蚁后的数量、蚁后体长体积的影响。因为这些蚁群的蚁后身体大小是随着年龄的增长、卵巢发育程度、产卵频数加大、卵量迅速的增加而加长的，并且蚁后腹部体积也随之增大，两者之间呈幂函数关系。至于个别巢群的蚁后体积实际值与理论值之间的差异是由多种原因造成的。一般说来，囟土白蚁成年蚁后腹部体积的大小，受抱卵量、日产卵量、产卵批数、产卵间隔期长短和腹内含水量的影响，蚁巢较深的成熟囟土白蚁蚁巢内温湿度较稳定，蚁后一年四季均可产卵，但是阶段性产卵，其繁殖速度受到蚁后年龄、发育状况、营养条件、蚁巢所处的环境条件（食料、水分、土质、天敌）而定。据笔者（陈铸尧、1981）1976 年在安徽藏公山林场调查两巢囟土白蚁的卵量，1 巢为 8.1 万粒（蚁后体长 38 毫米），另 1 巢为 6.5 万粒。1984 年 5 月 1 日在繁昌县阳冲林场场部附近解剖的 8429 号蚁群有 2 王 5 后（分别有 2 个王室），共有蚁卵 15.1 万粒。而蚁后腹积不似腹长因子来得稳定。

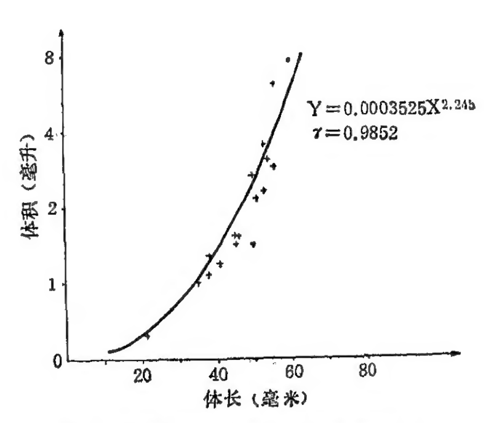


图 1　蚁后体长与体积之间的幂函数关系
＋ 为相对应的实际值

据调查，体长 50 毫米以上的蚁后，即便是体长相同，由于发育状况的不同，所处的产卵时期不一，身体体积差异变动幅度在 0.4—1.7 毫升之间。

8424、8417、8413、8420 四个群体蚁后体积的实际值与理论值有些偏差，主要是由于蚁后处于孕卵期和始卵期，腹内卵粒多，水分也多（因囟土白蚁蚁后产卵时常有水分同时排出腹腔），故腹部体积较大。

二、蚁后的体长、体积与蚁群总数之间的关系

根据囟土白蚁生物学特性的研究，蚁后的腹长、腹宽反映它的体积的大小，蚁后体积

的大小也可说明产卵量大小。处于生长、发育、繁殖旺盛期的蚁后，它体积大、卵量多，整巢蚁数一定也大，用 30 巢蚁后体长、体积与群体内各类白蚁数量和巢深、巢积之间关系的记录中数据，对蚁后体长、体积与工蚁、兵蚁、幼蚁及群体总数的多因子关系进行分析，结果见表 1。

表 1 蚁后体长、体积与群体各类蚁数及总蚁数的关系

项 目	方 程	相关系数	备 注
蚁后体长、体积与工蚁之间的关系	$Y = 233054.19 + 6403.92X_1 + 71134.93X_2$	$\gamma_{y,12} = 0.88$ $\gamma_{01,2} = 0.7573$ $\gamma_{02,1} = 0.7448$	1. 设 X_1 为蚁后体长 X_2 为蚁后体积 Y 分别是群体中的工蚁数、兵蚁数、幼蚁数及蚁群总数 2. $\gamma_{y,12}$ 为 Y 对 X_1 X_2 的复相关 $\gamma_{01,2}$ 为 Y 对 X_1 的偏相关 $\gamma_{02,1}$ 为 Y 对 X_2 的偏相关
蚁后体长、体积与兵蚁之间的关系	$Y = -10390.19 + 276.09X_1 + 9419.19X_2$	$\gamma_{y,12} = 0.99$ $\gamma_{01,2} = 0.9818$ $\gamma_{02,1} = 0.9852$	
蚁后体长、体积与幼蚁之间的关系	$Y = -238809.97 + 8678.94X_1 + 58437.23X_2$	$\gamma_{y,12} = 0.80$ $\gamma_{01,2} = 0.86$ $\gamma_{02,1} = 0.77$	
蚁后体长，体积与群体总数之间的关系	$Y_T = -534598.43 + 14829.03X_1 + 168247.51X_2$	$\gamma_{y,12} = 0.98$ $\gamma_{01,2} = 0.7887$ $\gamma_{02,1} = 0.7887$	

由表 1 得知：幼年和成熟蚁群的囟土白蚁蚁后体长、体积与群体总数的回归方程为：

$$Y_T = -534598.43 + 14829.03X_1 + 16824.51X_2$$

复相关系数为：$\gamma_{y,12} = 0.98$

偏相关系数：$\gamma_{01,2} = 0.7887$ $\gamma_{02,1} = 0.7887$

标准回归系数：$b_1' = 0.57$ $b_2' = 0.58$

偏相关系数为正值，这表明蚁后身体越长，腹部越宽，体积越大，繁殖力越强，群体总数也相应增多，为正比例的关系。根据标准回归系数绝对值看出，蚁后体长、体积对蚁群总数的影响大体相等。

文中一内容可知蚁后体长 (X) 与体积 (Y) 之间的关系存在着幂函数关系，而且蚁后体长与体积对群体数量的影响大体相等，可用蚁后体长单因子来研究与兵、工、幼蚁及整巢蚁数之间的关系，见表 2。

从表 2 中看出，曲线的拟合率检验均在 95% 的置信区间内，但也有个别的巢体与理论值之间有一些偏差，主要由于该群体的生物学特性和所处的环境条件恶化而造成的，具体情况是：

1. 如果剖巢时，该巢蚁后处于产卵间歇期，蚁巢内无卵，而工、兵、幼蚁的数量相对增加；如在产卵盛期剖巢，主巢中卵多，而群体总数却没有增加。

2. 蚁后的年龄、发育状况以及蚁巢所处的环境条件也影响着蚁群的数量变化，接近衰老的蚁后，或因蚁巢顶部环境条件的改变，可能将被淘汰的群体，巢中的幼蚁数少，如 8422 号群体，蚁后体长 56 毫米，腹部瘪瘦，体积为 2.5 毫升，腹部颜色也深，蚁巢底部有三

表 2　蚁后体长与工、兵、幼、总蚁数的关系

项　目	方　程	拟合率检验	备　注
蚁后体长(X)与幼蚁数量(Y)之间的关系	$Y = 0.003003X^{4.08049}$	在 95% 的置信区间内	
蚁后体长(X)与工蚁数(Y)之间的关系	$Y = 0.0013345X^{4.71516}$	在 95% 的置信区间内	
蚁后体长(X)与兵蚁数量(Y)之间的关系	$Y = 6.593 \times 10^{-4}X^{4.148}$	在 95% 的置信区间内	
蚁后体长(X)与群体总数(Y)之间的关系	$Y_T = 0.02491X^{4.2628}$	在 95% 的置信区间内	

块大石挡住，巢体扩大受到影响，再由于蚁后的生殖能力降低，幼蚁数少，菌圃也不饱满，故实测值偏离了理论值。一个发育旺盛的群体，幼蚁数一般是工蚁数的 1.5—2 倍以上，蚁后体长达到 57 毫米以上的，幼蚁与工蚁数逐渐接近，这就说明这些群体的蚁后产卵量开始下降，趋向衰老。

3. 一王多后、多王多后的群体，它们蚁后的体长与兵、工、幼、总蚁数之间实际值与一王一后的诸群体的理论值往往有偏离现象，尤其是几个蚁后体长不一的群体，各个蚁后产卵能力似不一致，本文以几只蚁后平均体长计算理论值与每只蚁后繁殖群体数不符，至于一王多后与多王多后形成的原因不明。

4. 蚁巢所在地的局部自然条件恶化会促使囟土白蚁迅速搬迁蚁巢，新巢所在处食料丰富，巢顶、巢内不会渍水，天敌较少，蚁群可继续生存、繁殖，因蚁群的急速迁巢，也会影响蚁后的繁殖速度，影响蚁群数量，小于计算的理论值，如 8409 号群体的蚁后体长 45 毫米，因巢体附近挖沟，1983 年冬季巢顶覆土 40 厘米，蚁巢上迁，影响了蚁后的产卵能力，形成了工蚁与幼蚁数比差缩小。

三、蚁后体长与巢深、巢积的关系

蚁后体长与巢深之间、巢积之间的关系，经作散点图和数理统计计算，也呈幂函数关系，见图 2、3 和表 3。

囟土白蚁一年四季在地表取食活动的时间不多，绝大部分时间在地下取食、筑路、扩巢、迁巢。囟土白蚁的蚁巢随蚁龄增长。群体的扩大，是由小到大、由浅到深、由简单到复杂的方向发展的，一般说来蚁后体长达 60 毫米以上时，蚁巢达到最大、最深、最复杂的状态。堤坝内的蚁巢基本上也遵循以上规律，惟巢深始终保持在正常水位的浸润线以上（蚁巢不能浸水，蚁群怕渍水），如洪水猛涨，蓄水位提高，来不及搬迁的巢群将迅速被淘汰，从实测的散点图得知，蚁巢深度随蚁后体长增加，下迁速度较慢；而蚁巢体积随蚁后体积增

表 3　蚁后体长与巢深、巢积关系

项　目	方　程	幂函数曲线拟合率检验	备　注
蚁后体长 (X) 与蚁巢深度 (Y_d) 之间关系	$Y_d = 0.50009X^{1.3251}$	在 95% 置信区间内	
蚁后体长 (X) 与蚁巢体积 (Y_n) 之间关系	$Y_n = 0.00098X^{4.6111}$	在 95% 置信区间内	

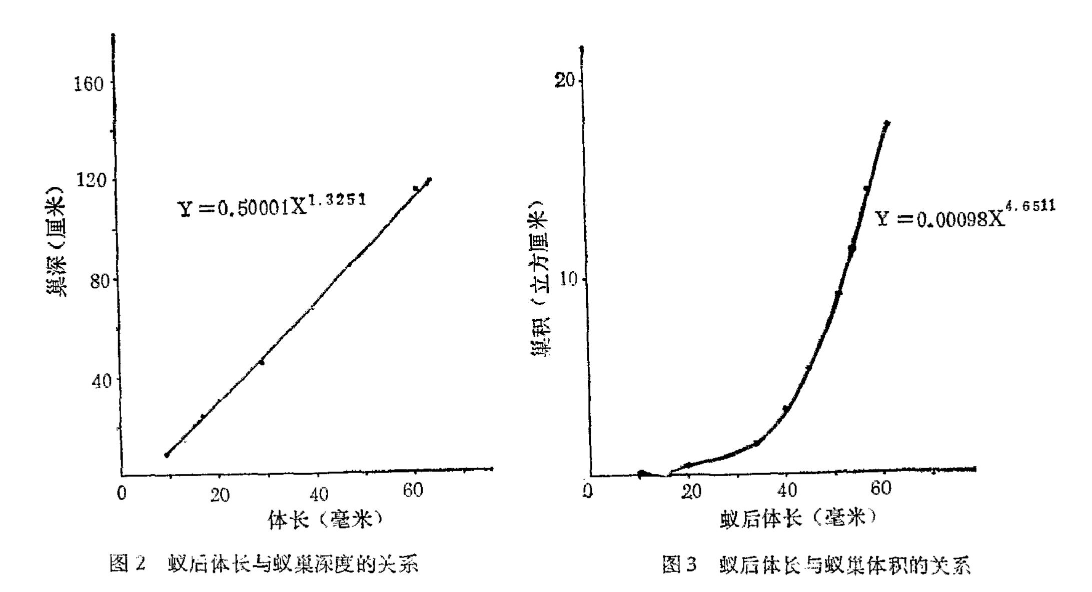


图 2 蚁后体长与蚁巢深度的关系

图 3 蚁后体长与蚁巢体积的关系

大，繁殖量增加，巢积扩展较快，根据 28 巢（30 巢中有 2 巢没有测巢积）资料的实际值与理论值比较，绝大多数基本吻合，个别蚁群相差较大，其原因是：

1. 一王多后的蚁群，繁殖力大大增加，群体数量扩展速度较快，巢深与相同体长的一个蚁后（一王一后）的群体蚁巢要深，巢积要大。

2. 囱土白蚁对外界（指蚁巢顶部的地表）惊动比较敏感，地形变迁、荒地造林、修路、农田耕种，离地面不深的蚁巢均会迁移，而有的刚迁入的新巢较遗弃的旧巢（里面有很多菌圃和王室）要小得多，如 8403、8409 号蚁群均迁移了蚁巢。

讨 论

1. 从林地中幼年和成年蚁群看来，蚁后体长与蚁后体积、工蚁数、兵蚁数、幼蚁数和总蚁数、蚁巢深度、蚁巢体积之间的关系均是幂函数的关系。根据一个正常蚁群蚁后体长能大致预测各类白蚁的数量，总蚁数，也可预测蚁巢的深浅和蚁巢体积大小。在以后更多的解剖蚁巢积累数据的基础上，可预测该巢白蚁危害距离与范围，并建立水库堤坝囱土白蚁蚁群和危害的一套资料。

2. 根据主蚁路追挖囱土白蚁蚁巢时，发现主蚁路越粗大（这是蚁巢底部的粗大蚁路），离主巢距离越远，该巢群体数量就多。同样，主蚁路中兵蚁个体大，来的速度快、数量多，该巢群体也大；如蚁路细小，兵蚁个体小，在蚁路中反应的速度慢，群体也小。今后应根据蚁路远近、主蚁路的大小、兵蚁个体大小，兵蚁反应速度快慢与群体大小建立数量关系。

3. 幼年、成年群体的蚁后体长、体积与蚁群总数之间，蚁后体长与巢深巢积之间成幂函数关系，而衰老群体的蚁后体长与蚁群总数之间，以及其它诸因子到底是什么关系，有待于继续研究。

参 考 文 献

刘源智等 1981 黑翅土白蚁初期单腔巢群建立的观察。昆虫学报 24(4)361。

陈鎛尧 1980 土栖白蚁蚁巢的指示目标——鸡拟菌。昆虫知识 17(4)173—4。
陈鎛尧 1981 土栖白蚁。安徽科技出版社。
蔡邦华、陈宁生 1964 中国经济昆虫志，等翅目，白蚁。科学出版社。
蔡邦华等 1965 黑翅土白蚁的蚁巢结构及其发展。昆虫学报 14(1)53。
蔡邦华、黄复生 1980 中国白蚁。科学出版社。
Lucher, M. 1951 Significance of fungus gardens in termite nests. *Nature London* **167** (4236):34—5.
March, A. W. 1931 A nest of *Macrotermes barneyi* Light. *Lingnan Sci. J.* **10**(4): 495—6.
Sands, W. A. 1956 Some factors affecting the survival of *Odontotermes badius*. *Insectes Sociaux* **3**(4) 531—6.

THE RELATION BETWEEN BODY SIZE OF THE QUEEN AND COLONY DEVELOPMENT IN TERMITE *ODONTOTERMES FONTANELLUS* KEMNER

CHEN BUO-YAO ZHANG ZHI-NUA* CHEN ZHEN**

(*Agricultural College of Anhui, Fanchang* and Huangshan** Forestrial Bureaux*)

The termite *Odontotermes fontanellus* Kemner is a subterranean species injurious to many kinds of trees and damaging dikes of reservoirs. From 1977 to 1978 and in 1982 about thirty nests were dug out in southern Anhui Province. They were dissected and analyzed for the purpose to investigate the mode of colony development. The body length and size of the queens were measured, the position and size of the nests were recorded and the termites in each colony were counted. It is found that the body length (X) of the queens in young and old colonies is correlated with their body volumes (Y_v), as in: $Y_v = 3.5250 \times 10^{-4} X^{2.2450}$. The body size of the queen is correlated with the numbers of soldiers, workers and immature individuals. The relation between the body length of the queen and the total number of termites (Y_t) in the colony may be expressed as $Y_t = 0.02491\ X^{4.2628}$. The underground depth and size of the nests are also correlated with the body size of the queen: the relation between body length and the depth (Y_d) of the nest is in: $Y_d = 0.50009\ X^{1.325}$ and that between the body length and the size of the nest (Y_n) is in: $Y_n = 0.00098 X^{4.5611}$. Therefore the body size of the queen is a good indication of the size and development of the colony.

Key words *Odontotermes fontanellus* Kemner——colony development